

OSPF – Ein Routing-Protokoll

Einleitung

Router oder Gateways verbinden verschiedene (Sub-)Netze durch die automatische Regelung des Datenverkehrs zwischen den Netzen. Dazu kommunizieren Router untereinander, gewährleistet durch Vorschriften: die Protokolle. Diese Protokolle werden in drei Kategorien unterteilt: Geroutete Protokolle mit den Vertretern IP, AppleTalk und Novell Netware, Steuerprotokolle, wozu ICMP, ARP und RARP zählen und Routing-Protokolle, die sich ihrerseits in Interne und Externe Gateway-Protokolle teilen, also jeweils für das Intra-, bzw. Inter-Domain-Routing verantwortlich sind. Vertreter für Externe Gateway-Protokolle sind EGP und BGP, für Interne Gateway-Protokolle sind es RIP und OSPF.

Bei den Internen Gateway Protokollen wird im Arbeitsspeicher des Routers eine Routing-Tabelle auf Basis der Netzwerkadresse der einzelnen Teilnehmer angelegt. Diese Tabelle wird entweder durch manuelles Eintragen der Daten erstellt, oder dynamisch vom Router mittels OSPF (oder durch das veraltete RIP [Routing Information Protocol]). Zu diesem Zweck tauschen die Router untereinander ihre Routing-Informationen aus.

OSPF¹ – „Open SPF“

Eingesetzt wird OSPF in der Regel in mittleren bis großen Netzwerken (bis 10.000 Router, bis 100.000 Hosts). Es hat eine offene Spezifikation (RFC 1131) und ist nicht lizenziert.

Das OSPF-Protokoll ist seit 1990 Internet-Standard, liegt – wie RIP – im OSI-Modell in der Netzwerk-Schicht und orientiert sich an Dijkstras Shortest-Path-First-Algorithmus: ein gerichteter Graph der kürzesten Wege wird konstruiert, also ein „spanning tree“ mit dem Startknoten als Wurzel, wobei Verbindungen von Hosts zu Routern mit Kosten = 0 berechnet werden. Die Router sind dabei Knoten und ihre Verbindungen sind Kanten.

OSPF als Vertreter des Link-State-Routings ermöglicht unterschiedliche Metriken für eine Verbindung. Das ist dann sinnvoll, wenn Verbindungen nach unterschiedlichen Kriterien gewählt werden sollen, z.B. Kosten der Übertragung, Übertragungsgeschwindigkeit, Fehleranfälligkeit der Verbindung. OSPF behandelt Pakete also nach Art des verlangten Dienstes, z.B. Echtzeitdienst. Für jede Art von Kosten wird ein eigener Baum erstellt. Also existieren pro Verbindung mehrere Bäume, die den Router darüber informieren, welche Route für welches Ziel mit dem entsprechenden Kriterium zu wählen ist und welchem Router somit die Daten zunächst gesandt werden müssen.

Damit das jedoch dem aktuellen Netz angepasst funktionieren kann, tauschen die Router ihre gesamten Verbindungsdaten aus, das sog. „Flooding“. Sie senden jedem Nachbarn ihre Verbindungstabelle zum Abgleich zu. Jeder Router hat somit vollständige Kenntnis der Netztopologie und kann den optimalen Weg errechnen.

Um zu vermeiden, dass die Anzahl von Duplikaten von Verbindungsdaten-Paketen im Netz zu hoch ist, gibt es die Time To Live (TTL). Im Kopf jedes Paketes ist die Anzahl maximal zu überquerender Router eingetragen, die bei jeder Überquerung dekrementiert wird. Ist die TTL = 0, wird das Paket verworfen und gelöscht. Standardmäßig ist die TTL so groß, wie es die maximale Pfadlänge erfordert.

OSPF ist komplexer, als RIP, ein Vertreter des Distanz- oder Vektor-Routings, und löst dieses seit einiger Zeit ab, da RIP folgende Probleme aufweist: Je ein Router kennt nur seine Nachbarn. Die Routing-Informationen werden alle 30 Sekunden übertragen, ob verändert oder nicht. Daraus resultiert Langsamkeit (Beispiel: 7 Hops → 3 Minuten, um Information zu verteilen). Außerdem hat RIP das Manko, dass bei Teilung des Netzes die Entfernungen zu den jeweiligen Routern, die nicht mehr erreichbar sind, durch gegenseitige Fehlinformationen der abgeschnittenen Router hochgezählt werden, sog. Count-to-Infinity-Problem.

Zusammengefasst sind folgende Punkte für OSPF kennzeichnend:

- Hello: Das Hello-Protokoll testet eine Verbindung auf Realisierbarkeit. Zu nutzen ist es bei einem Reboot oder Aufsetzen eines Routers, wenn sich der Router also in die Netztopologie einfügen muss. Dabei wählt er Router für eine Verbindung aus, mit denen er direkt benachbart und welche mit den Parametern einverstanden sind. Dann erstellen sie jeweils sofort einen Eintrag in ihrer Verbindungstabelle.
- Exchange: Als Exchange wird die Synchronisation der Verbindungstabellen zwischen Routern bezeichnet, das z.B. auch noch Hello stattfindet.

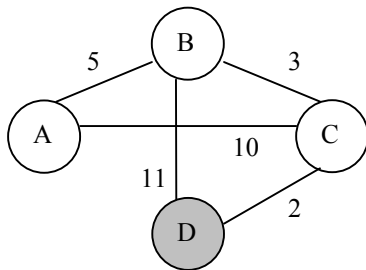
¹ OSPF ist in den RFC 1113, 1131, 1245, 1246, 1253 und 1370 beschrieben, die aktuelle Version 2 in den RFC 1583 und 2178.

- Flooding: Die Meldung von Veränderungen der Topologie bezeichnet man als Flooding.
- Aging: Das Aging ist dafür verantwortlich, dass Einträge in der Verbindungstabelle nicht unendlich lange beibehalten werden. Nach einer Stunde werden Einträge entfernt, sofern sie nicht aktualisiert wurden. Die Verbindungstaktualisierung findet aber alle 30 Minuten plus Zufallszeit (damit nicht alle Router auf einmal flooden) statt
- Areas: Sie ermöglichen, ein hierarchische Netzwerktopologie zu bilden und schützen die Router vor unnötig hoher CPU- und Traffic-Belastung
- Authentisierung: Verbindungsdaten können bei OSPF durch Passwörter und Prüfsummen vor Fehlinformationen geschützt werden

Die Vorgehensweise in der Praxis soll die Arbeit von OSPF verdeutlichen:

In einem Netzwerk hält jeder dort befindliche Router zwei Listen, Confirmed und Tentative, sie stellen die Netzwerktopologie dar. Die Listen haben Einträge der Form „Ziel | Kosten | Nächster Knoten“. Jeder Router arbeitet folgenden Algorithmus ab, dessen Grundlage Dijkstras SPF-Algorithmus ist:

1. Der eigene Eintrag wird in Confirmed geschrieben, dabei sind die Kosten = 0 zu setzen
2. Der zuletzt in Confirmed aufgenommenen Router (n) wird gewählt
3. Die Kosten zu allen anderen benachbarten Routern von n werden ermittelt durch folgende Formel:
 Kosten = Kosten zu n + Kosten von n zu Nachbar von n
 - a. Falls der gerade zu testende Nachbar nicht in Confirmed aufgenommen ist, wird er in Tentative aufgenommen.
 - b. Falls dieser Nachbar in Tentative vorhanden ist, werden die Werte der in Tentative eingetragenen Kosten mit denen, die gerade erhalten wurden, verglichen und, falls sie geringer sind, durch den neu erhaltenden Datensatz in Tentative ersetzt
4. Falls Tentative leer ist, wird gestoppt; sonst wird der Eintrag mit den geringsten Kosten in Confirmed übernommen; danach wird mit 2. fortgefahren

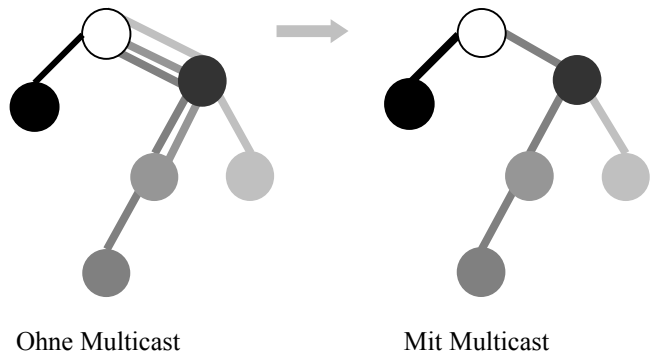


Schritt	Confirmed	Tentative
1	(D,0,-)	
2	(D,0,-)	(C,2,C), (B,11,B)
3	(D,0,-), (C,2,C)	(B,11,B)
4	(D,0,-), (C,2,C)	(B,5,C), (A,12,C)
5	(D,0,-), (C,2,C), (B,5,C)	(A,12,C)
6	(D,0,-), (C,2,C), (B,5,C)	(A,10,C)
7	(D,0,-), (C,2,C), (B,5,C), (A,10,C)	

Dieser Algorithmus kann auch angewendet werden, um etwa in einem Straßennetz kürzeste Wege zu ermitteln, z.B. in einem Navigationsprogramm. Ebenso kann er dazu genutzt werden, Fahrplan-Informationen zu erstellen.

OSPF bietet bereits drei Arten von Netzen und Verbindungen: Punkt-zu-Punkt-Verbindungen, Mehrfachzugriffsnetze mit Broadcasting (i.A. LAN) und Mehrfachzugriffsnetze ohne Broadcasting (i.A. PVN – WAN). Für **Multicasting** reicht dies jedoch nicht aus:

Speziell für Multicast-Anwendungen wurde OSPF weiterentwickelt zu MOSPF (RFC 1585): Das wurde erforderlich für den immer stärker wachsenden Multimedia-Markt. Multicast steht also sinngemäß für Gruppenkommunikation. Es ermöglicht oft benötigte 1:n-Verbindungen und gibt dem Netz somit eine höhere Intelligenz und Effizienz: Die Last bei den Sendern wird drastisch verringert, wobei die Empfänger weiterhin das Gleiche empfangen, wie ohne Multicast.



Allen Rechnern müssen sämtliche Verbindungen des Netzes bekannt sein, ein MOSPF-Router bestimmt vom Sender aus Routen zu allen möglichen Gruppenmitgliedern einer bestimmten Multicast-Gruppe. Der Router erhält Multicast-Informationen in den Verbindungsdaten von OSPF. Durch MOSPF werden die Router für jedes Sender-/Multicast-Gruppen-Paar bestimmt, sobald der Router Verkehr für dieses Gruppenpaar erhält. Die Routen werden auch hier so lange im Speicher des Routers gehalten, bis sich die Topologie des Netzes ändert und der Router diese Information erhält. MOSPF funktioniert nur in Netzen, die OSPF als Unicast-Routing-Protokoll einsetzen.

Quellen

- Skript „Router und Bridges“ 8.Mai 2000, Kommunikationsseminar IFI Uni Zürich
- Skript Computer-Netze WS 00/01, Universität Bern, Torsten Braun
- Skript Netze und Protokolle für das Internet, SS 00, Universität Bern, Torsten Braun
- Skript Internetz Kommunikation, TUD, Dr. B. Hackler
- Skript „IP Multicast und IP Multicast Routing“, 15.01.2002, Solutions Consultant n.runs GmbH, Christian Beck
- Skript Einführung in TCP/IP - „Routing-Protokolle und ihre Anwendung im IP-Netzwerkbund, Dr. Hannes P. Lubich Bank Julius Bär Zürich
- Skript Chaos Communication Congress 2000 „Routing in IP-Netzen“, Chaos Computer Club Berlin, Felix von Leitner
- Skript TCP/IP-Routing, „Overview“, 22.10.2001, A. Schneider
- Skript Multimedia-Protokolle „Multicast-Protokolle“, IMMD7 WS 97/98, Uni Erlangen, Wolfgang Wiese
- Skript Innovative Routingverfahren „Link State Routing“, Medieninformatik WS 00/01, Universität Ulm, Ingo Penetti
- http://www.kubrinski.de/_sites/glossar/abkuerzungen.html